



Commission fédérale pour l'évaluation
des valeurs limites d'immission
pour le bruit

2e rapport partiel
VALEURS LIMITES
pour l'exposition au bruit
des installations civiles de tir

Octobre 1980

Table des matières

Page

1	Introduction	1
11	Mandat donné à la commission	1
12	Situation initiale	2
13	Composition de la commission	4
2	Le bruit du tir, problème de la protection de l'environnement	6
3	Conception de la lutte contre le bruit	7
31	Conception générale	7
32	Importance de la conception de la lutte contre le bruit en ce qui concerne le bruit du tir	9
4	Données d'ordre acoustique	10
41	Notions de base	10
42	Acoustique de la détonation	13
43	Grandeurs de mesure et instruments de mesure	17
5	Effets du bruit du tir hors de l'installation de tir	19
6	Valeurs limites d'exposition au bruit	24
61	Catégories de valeurs limites et fonctions	24
62	Différenciation des valeurs limites d'exposition	29
63	Nouveau schéma des valeurs limites	33
7	Effets pratiques des nouvelles valeurs limites	35
71	Comparaison avec les valeurs limites établies par la Commission Hongler	35
72	Installations de tir exigeant un assainissement	36

1 Introduction

11 Mandat donné à la commission

Dans le domaine de la lutte contre le bruit, la future législation sur la protection de l'environnement, fondée sur l'article constitutionnel 24, doit, aux fins de diminuer les immissions, vouer une grande importance non seulement à la réduction du bruit à la source, mais encore aux valeurs limites d'exposition au bruit. De telles valeurs limites doivent en outre contribuer à réaliser les principes régissant l'aménagement du territoire, tels qu'ils sont définis à l'article 3, 3e alinéa, lettre b, de la loi y relative.

En vue de la fixation, dans les dispositions légales, de valeurs limites d'exposition au bruit, il s'imposait de procéder à un réexamen critique et à une révision des données de base dont on disposait.

En 1975, le Département fédéral de l'intérieur a institué une "Commission d'experts pour l'évaluation des valeurs limites d'immissions pour le bruit", qu'il chargea de mettre au point les bases actuelles compte tenu des connaissances les plus récentes et, s'il le fallait, de les compléter par les résultats d'études spécifiques.

Au cours de l'année 1979, la commission publia un premier rapport partiel qui contenait des propositions touchant les valeurs limites pour l'exposition au bruit du trafic routier. Quant au présent deuxième rapport partiel, il est consacré au "bruit des installations civiles de tir". Ces installations servent aux tirs hors service (à savoir p. ex. les installations de tir à 300 m, 50 m et 25 m et les installations de tir de combat).

12 Situation initiale

Les premiers efforts entrepris en vue de coordonner les intérêts de la protection de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'organisation des tirs datent de nombreuses années. Pour apprécier le bruit des installations de tir, on a surtout utilisé jusqu'ici deux schémas de valeurs limites: Les valeurs limites générales publiées en 1963 par la commission d'experts¹⁾ ainsi que les valeurs limites proposées par la "Commission Hongler" spécialement pour l'appréciation du bruit du tir²⁾.

Les constatations faites au cours des dernières années ont montré que les valeurs limites de 1963 se prêtent surtout à l'appréciation du bruit causé par les installations industrielles et artisanales. Pour apprécier le bruit du tir, on a surtout recours aux propositions de la "Commission Hongler".

Dans la pratique, compte a été tenu en règle générale des valeurs limites proposées dans le rapport Hongler ainsi que des recommandations qui en découlent pour les projets d'aménagement de nouvelles installations de tir; quant aux installations existantes donnant lieu à des critiques, il n'a été que rarement possible d'appliquer des mesures d'amélioration se fondant sur des valeurs limites. En effet, les bases légales y relatives faisaient défaut.

De 1972 à 1974, la "Commission fédérale pour l'étude de l'organisation du tir hors service"³⁾ s'est également occupée du

1) *"Lutte contre le bruit en Suisse". Rapport de la Commission fédérale d'experts au Conseil fédéral, Berne (1963).*

2) *Rapport d'experts sur la lutte contre le bruit des installations de tir, Berne (1971).*

3) *Rapport de la Commission fédérale pour l'étude de l'organisation du tir hors service, Berne (1974).*

bruit causé par les tirs. Elle dut constater qu'on ne disposait pas de connaissances suffisantes sur les effets causés par ce bruit pour pouvoir élaborer des valeurs limites fondées sur des données scientifiques. C'est pourquoi la commission proposa l'exécution d'enquêtes complémentaires de caractère socio-psychologique: en procédant à des enquêtes représentatives auprès des personnes habitant près des places de tir, il s'agissait d'établir les relations entre l'exposition au bruit mesurable et la gêne subjectivement ressentie par les personnes touchées. Conjointement aux connaissances médicales, les résultats de telles enquêtes permettent de fixer les limites critiques de l'exposition au bruit du tir.

En septembre 1974, le Département fédéral de l'intérieur et le Département militaire fédéral ont approuvé l'exécution d'enquêtes de ce genre et chargé l'Office fédéral de la protection de l'environnement d'assumer la direction de ces travaux. Les résultats des enquêtes entreprises sont consignés dans un rapport scientifique détaillé¹⁾.

Le cours des enquêtes a été suivi par un groupe de coordination spécial. Ce groupe de coordination a, compte tenu des résultats obtenus, établi des propositions de valeurs limites d'exposition²⁾. Après avoir examiné ces propositions, la Commission d'experts chargée d'apprécier les valeurs limites d'exposition au bruit, en a recommandé leur introduction et leur application.

1) *Institut de sociologie de l'Université de Zurich; Enquête socio-psychologique sur le bruit du tir, éd. par l'Office fédéral de la protection de l'environnement (janvier 1980); publication uniquement en allemand.*

2) *Groupe de coordination "Enquête socio-psychologique sur le bruit causé par les tirs"; Limitation du bruit du tir, rapport d'activité, propositions (mars 1980); publication seulement en allemand.*

13 Composition de la commission

La Commission d'experts est composée comme il suit:

Président: - Dr B. Böhlen, PD, directeur suppléant de l'Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne

Membres:

- Prof. Dr méd. E. Grandjean, directeur de l'Institut d'hygiène et de physiologie du travail de l'EPF, Zurich
- Prof. A. Lauber, ing. dipl., chef de la Division de l'acoustique et de la lutte contre le bruit du LFEM, Dubendorf
- R. Müller, dr phil., sociologue, Lausanne
- R. Probst, dr en méd., spécialiste ORL auprès du service de médecine industrielle de la CNA, Lucerne
- Prof. dr E.J. Rathe, ingénieur-conseil, Russikon
- O. Schenker-Sprüngli, dr en droit, administrateur de la Ligue suisse contre le bruit, Kusnacht
- R. Stüdeli, dr en droit, directeur de l'Association suisse pour l'aménagement du territoire, Berne
- G. Verdan, dr ès sc. nat., chef de la Division de la lutte contre le bruit, Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne

Secrétariat: - R. Clerc, ing., Division de la lutte contre le bruit, Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne

Experts permanents:

- R. Hofmann, dr ès sc. nat., Division de l'acoustique et de la lutte contre le bruit du LFEM, Dubendorf
- G. Iselin, avocat, Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne
- Dr H.-U. Wanner, PD, collaborateur scientifique de l'Institut d'hygiène et de physiologie du travail de l'EPF, Zurich

Le Groupe de coordination pour l'étude socio-psychologique du bruit du tir était composé comme il suit:

- S. Bargetzi, chef de section, Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne (président)
- F. Gusset, expert technique près l'Office fédéral de la protection de l'environnement, Berne
- P. Corboz, expert fédéral pour les places de tir, Lausanne
- K. Muster, chef de section, Etat-major du Groupement de l'instruction, Département militaire fédéral, Berne
- W. Nager, expert fédéral pour les places de tir (dès 1979), Département militaire fédéral, Berne
- W. Borter, adjoint scientifique, Office fédéral de l'aménagement du territoire, Berne (jusqu'en juin 1978)
- Dr W. Zeh, fonctionnaire scientifique, Office fédéral de l'aménagement du territoire (dès juillet 1978)
- R. Hofmann, dr ès sc. nat., adjoint scientifique, Division de l'acoustique et de la lutte contre le bruit du LFEM, Dubendorf
- M. Krähenbühl, collaborateur scientifique, Division de l'acoustique et de la lutte contre le bruit du LFEM, Dubendorf
- A. Meyer, sociologue, Institut de sociologie de l'Université de Zurich
- R. Ortega, sociologue, Institut de sociologie de l'Université de Zurich

2 Le bruit du tir, problème de la protection de l'environnement

C'est un fait bien connu de ceux qui s'occupent de la lutte contre le bruit que le bruit du tir peut devenir un véritable problème pour la population résidant à proximité d'installations de tir. En raison de leur effet subit et de leur irrégularité, les détonations sont ressenties comme gênantes ou même comme une atteinte à leur santé par de nombreuses personnes habitant à proximité des installations de tir. Des réclamations et des plaintes en sont la conséquence. Or il est souvent difficile de remédier aux inconvénients mis en cause. C'est ainsi que, dans diverses communes, l'exploitation d'installations de tir existantes ou la création de nouvelles installations peut donner lieu à de sérieuses difficultés. Les atteintes portées à la fonction de délassément assumée par des espaces voisins de ces installations jouent aussi un rôle important en l'occurrence.

En Suisse, on compte actuellement environ 2'400 installations de tir à 300 m, 600 installations à 50 m, 70 à 25 m et 20 installations de tir de combat en exploitation. En l'occurrence, les divers genres d'installations sont, pour la plus grande partie, réunis au même endroit.

Le mousqueton ayant été presque complètement remplacé par le fusil d'assaut et la population étant devenue de plus en plus dense dans les environs des installations de tir, les problèmes posés par le bruit causé par les tirs ont pris un caractère toujours plus aigu au cours des 10 à 20 dernières années.

Selon des estimations grossières de l'Office fédéral de la protection de l'environnement (voir aussi ch. 72), environ 70 pour cent des installations de tir causent actuellement

des immissions qui doivent être considérées comme critiques.

Les possibilités de lutter contre le bruit à la source, c'est-à-dire à l'arme elle-même, sont très limitées dans le cas des armes militaires d'ordonnance pour des raisons ressortissant à la technique de l'armement. C'est dire qu'il importe d'autant plus d'accorder un maximum d'attention au choix du lieu d'implantation des installations ainsi qu'aux mesures prises en matière de construction et sur le plan de l'organisation aux fins de protéger la population habitant à proximité.

Il importe en outre d'adopter des prescriptions qui contribuent à empêcher que des agglomérations se développent trop près d'installations de tir existantes.

3 Conception de la lutte contre le bruit

31 Conception générale

Le projet de loi fédérale sur la protection de l'environnement¹⁾ se fonde sur une conception généralement valable de la lutte contre le bruit, conception qui, de l'avis de la commission, est en principe également applicable à la lutte contre le bruit du tir.

De manière générale, cette conception se caractérise comme il suit:

1) *Message relatif à une loi fédérale sur la protection de l'environnement (du 31 octobre 1979).*

- Le bruit doit, en premier lieu, être réduit à la source. En l'occurrence, il importe d'exiger l'application de la technique de lutte contre le bruit la meilleure possible. En d'autres termes, il y a lieu, indépendamment des immissions existantes, de réduire les émissions de bruit dans toute la mesure où cela est réalisable sur le plan technique et de l'exploitation et supportable du point de vue économique.
- Lorsque, dans des cas précis, cela ne suffit pas à ramener le bruit à un degré supportable, il importe de prendre d'autres mesures pour atteindre ce but. On peut en l'occurrence penser notamment à des mesures techniques prises en matière de construction aux fins d'empêcher la propagation du bruit, à des dispositions dans le domaine de l'aménagement local du territoire, ainsi qu'à des restrictions apportées à l'exploitation, tant à raison du lieu que dans le temps.
- Lorsqu'on ne peut recourir à des mesures permettant de réduire de manière adéquate le bruit ou sa propagation, et lorsque l'intérêt public exige que l'installation soit construite ou continue d'être exploitée malgré un bruit excessif, il importe de prendre exceptionnellement, à titre de solution de rechange, des mesures de protection au lieu même où les personnes sont touchées par les immissions (p.ex. installation de fenêtres insonorisées).

Les autres mesures et plus particulièrement les mesures de protection contre le bruit au lieu même où les personnes sont touchées par les nuisances doivent être considérées davantage comme l'exception que comme la règle. Cela signifie toutefois qu'il importe d'accorder la plus grande attention, en principe, à la technique de lutte contre le bruit la meilleure possible, à la source ou à proximité de la source.

Les trois groupes de mesures précités ne doivent pas seule-

ment trouver leur application en cas de contestation. Pour satisfaire au principe de la prévention, il faut déjà en tenir compte durant la phase de développement et de construction de nouveaux engins et machines, ainsi que tout au long de la planification de nouvelles installations émettant des bruits.

Les principaux instruments juridiques à disposition pour réaliser cette conception de la lutte contre le bruit consistent d'une part en des prescriptions sur la limitation des émissions et, d'autre part, en des valeurs limites d'exposition au bruit.

Les prescriptions visant à limiter les émissions peuvent être édictées sous forme de valeurs limites d'émissions, de prescriptions sur la construction et l'équipement, ou encore de prescriptions réglant l'exploitation. Toutes ces prescriptions doivent contribuer à assurer l'introduction des mesures techniques offrant les meilleures possibilités de lutter contre le bruit.

Quant aux valeurs limites d'exposition au bruit, elles représentent des critères permettant d'apprécier le degré de la nuisance ou de la gêne dues au bruit (immissions). La nécessité et l'urgence de prendre d'autres mesures (y compris les mesures de protection au lieu de l'atteinte) devront donc être établies en premier lieu par comparaison avec de telles limites d'exposition au bruit.

32 Importance de la conception de la lutte contre le bruit en ce qui concerne le bruit du tir

En ce qui concerne le bruit du tir, il importe de considérer que:

- les possibilités de réduire à la source le bruit du tir sont très limitées, raison pour laquelle on n'a pas prévu de valeurs limites d'émissions pour les armes à feu,
- les limitations d'émissions applicables aux installations de tir sont en revanche appropriées, qu'il s'agisse de prescriptions sur la construction et l'équipement ou de dispositions réglant l'exploitation,
- les mesures d'aménagement local du territoire ainsi que les limitations ordonnées à raison du lieu ou dans le temps figurent au premier plan.

Dans ces conditions, les valeurs limites d'exposition au bruit ont également une grande importance dans le domaine du bruit du tir:

- aussi bien en tant que moyen de planification au sens du principe de la prévention,
- qu'en tant que critère pour l'appréciation du degré de la nuisance ou de la gêne due au bruit des tirs, et
- pour permettre d'apprécier la nécessité et l'urgence de prendre d'autres mesures, notamment celles d'assainissement et celles visant à une protection contre le bruit.

4 Données d'ordre acoustique

41 Notions de base

Notre ouïe perçoit déjà de faibles variations de pressions atmosphériques dans la mesure où le nombre des oscillations par seconde (fréquence) se situe dans la plage comprise entre 16 et 16'000. De telles variations de pression, produi-

tes par exemple par des objets vibrant sous une influence mécanique, se répandent dans l'air sous forme d'ondes. On les désigne sous le terme de sons.

L'évolution dans le temps de la pression acoustique peut être fort compliquée dans le détail. Toutefois, l'ouïe traite le son sous deux formes d'impressions réunies: celle de la sonie et celle de la composition tonique. Ces deux formes d'impressions correspondent principalement aux grandeurs auxquelles la physique recourt pour décrire un bruit. Le niveau d'isotonie est étroitement lié à l'intensité (définie comme énergie acoustique arrivant par seconde sur une surface imaginaire de 1 m^2 placée perpendiculairement à la direction de propagation). En revanche, le spectre donne la composition tonique d'un bruit; il précise donc quels tons sont contenus dans le bruit (fréquences) et quelle est la part des diverses fréquences dans l'intensité totale.

L'intensité et le spectre doivent se déterminer durant un temps minimum de mesure. Ces deux grandeurs sont donc déjà des valeurs moyennes dans le temps. L'ouïe exécute également une telle formation de valeur moyenne. Ce rôle est assumé dans les sonomètres par des éléments électroniques caractérisés par une "constante de temps". De nombreux instruments de mesure permettent de choisir entre plusieurs constantes de temps, qui sont désignées par les mots anglais SLOW, FAST et IMPULSE. Plus la constante de temps choisie est longue, plus les oscillations de brève durée du niveau acoustique sont amorties, ce qui facilite la lecture des valeurs de mesure du niveau sonore. Cela comporte toutefois un inconvénient, à savoir une certaine perte d'information dans la prise en compte de pointes d'intensité de brève durée.

L'appréciation d'un bruit dépend en particulier de l'intensité et du spectre d'une source sonore. Etant donné que l'ouïe

perçoit moins fortement pour une même intensité des fréquences très élevées (plus de 8'000 oscillations par seconde), et très basses (moins de 200 oscillations par seconde) que des tonalités moyennes, on ne saurait se borner à additionner les fréquences isolées si l'on désire procéder à une détermination de l'intensité totale d'un bruit conforme à sa perception. Cette particularité de l'ouïe peut être reproduite dans les instruments de mesure par l'incorporation de filtres électriques. On peut choisir entre plusieurs "courbes de filtres" désignées par les lettres A, B, C et D. Actuellement, on n'utilise universellement que la courbe A pour la détermination de la plupart des bruits.

Il en résulte que la mesure acoustique ou la mesure du bruit est une mesure d'intensité adaptée à l'ouïe. Or, comme dans notre environnement, on peut entendre des bruits dans un champ d'intensité très étendu (les écarts extrêmes entre les bruits les plus faibles et les plus forts se situent à l'échelle du trillion, 10^{12}), il était indiqué de trouver une mesure logarithmique pour donner une indication sur l'intensité du bruit. Le champ d'intensité se trouve donc ramené à un peu plus d'une centaine d'unités. Cette unité relative, appelée niveau sonore, est exprimée dans l'unité "décibel" (dB)¹⁾.

1) On obtient l'indication du niveau acoustique L avec l'intensité I (W/m^2) en dB selon la formule suivante:

$$L = 10 \cdot \log_{10} \frac{I}{I_0} \quad [\text{dB}]$$

$$\left[I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2 \right. \\ \left. \text{correspondant au seuil d'audibilité} \right]$$

On obtient la même valeur chiffrée de L lorsqu'on part de la pression acoustique p au lieu de l'intensité acoustique. Il y a lieu de choisir comme pression acoustique de référence $p^0 = 20 \cdot 10^{-6}$ Pascal (= seuil d'audibilité)

$$L = 10 \log_{10} \left[\frac{p}{p_0} \right]^2 \quad [\text{dB}]$$

Si l'intensité est mesurée avec le filtre A, il faut l'indiquer. On parle alors d'un "niveau sonore avec la courbe de pondération A", ce qui s'indique par le symbole L_A . Les valeurs de mesure sont souvent désignées par l'abréviation dB(A).

En moyenne, un bruit est ressenti deux fois plus fortement lorsque son niveau s'accroît de 10 dB(A). Cette constatation repose sur les résultats d'enquêtes exécutées auprès de nombreuses personnes. Pourtant, cette sensation individuelle peut varier sensiblement au-dessus et au-dessous de cette valeur moyenne. La capacité réceptive de l'ouïe humaine va d'environ 0 dB (seuil d'audibilité) à 130 dB (seuil douloureux).

42 Acoustique de la détonation

Les détonations engendrées par le tir d'armes à feu individuelles, par l'explosion de matières explosives, etc., sont des sons qui rentrent dans la catégorie des bruits, mais qui, en raison de leur caractère spécial, doivent être traités de manière distincte.

Pour étudier l'acoustique de la détonation, il est indispensable - comme au reste pour toute étude acoustique - de connaître l'évolution dans le temps (oscillogramme) de la pression atmosphérique causée par la détonation. En outre, on est contraint de mesurer également la vitesse de propagation car l'on constate, dans le cas de très grandes pressions sonores, des vitesses de propagation se situant nettement au-dessus de la vitesse normale du son. La vitesse de propagation du son ne dépend - précisons le - que des caractéristiques des matériaux qu'aussi longtemps que la pression sonore est très faible comparativement à la pression atmosphérique, ce qui est presque toujours le cas pour tous les incidents

sonores à l'exception des détonations.

Pour mesurer l'évolution de la pression causée par une détonation, il faut en conséquence utiliser des microphones travaillant linéairement jusqu'à de fortes pressions sonores, qui sont à même de procéder aux conversions nécessaires dans un champ de fréquence très étendu, et qui ont eux-mêmes des temps d'oscillation spécialement favorables, à savoir très courts.

Les processus se déroulant lors de la détonation à la bouche d'une arme à feu sont plus difficiles à suivre et plus compliqués que dans le cas d'un explosif détonant librement. La direction du flux des gaz qui s'échappent est fortement influencée par le canon et par le frein de bouche dont sont munis de nombreux canons d'arme à feu. En ce qui concerne la détonation à la bouche, il est également important de savoir qu'une détonation secondaire se produit encore à l'extérieur du tube lorsque les gaz résiduels brûlants (CO , H_2 , CH_4) s'enflamment; ce processus, optiquement perceptible, est appelé lueur de la bouche à feu.

Les projectiles dont la vitesse dépasse celle du son produisent une détonation supersonique, qui se propage coniquement à partir du projectile (fig. 1).

Dans le cas du fusil d'assaut, il faut donc distinguer entre la détonation à la bouche et la détonation causée par le projectile.

L'évolution dans le temps de la pression causée par ces deux formes de détonations est illustrée par la figure 2 alors que la composition tonique (spectre) ressort de la figure 3. On peut constater qu'à une distance de 7 m de la bouche du canon, la détonation à la bouche est plus forte de 16 dB environ que celle causée par le projectile.

La plus grande part de l'énergie se situe, dans le cas de la détonation à la bouche, à de basses fréquences tandis qu'elle l'est à de hautes fréquences pour la détonation causée par le projectile, ce qui explique le bruit spécialement désagréable de la détonation due à la balle, qui tient du claquement du coup de fouet.

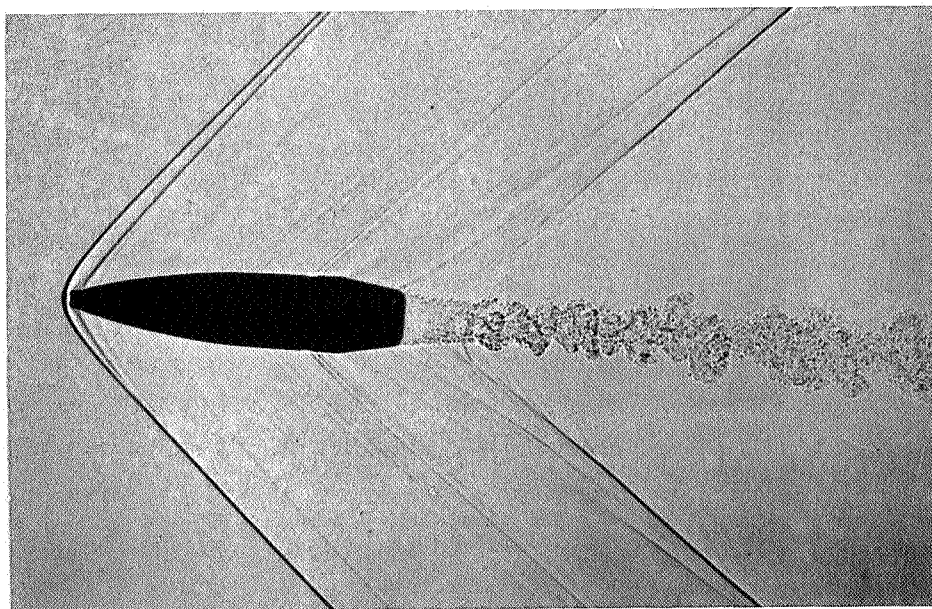


Figure 1: Détonation causée par le projectile:
Photographie en stries d'une balle de fusil
projetée à une vitesse supersonique.

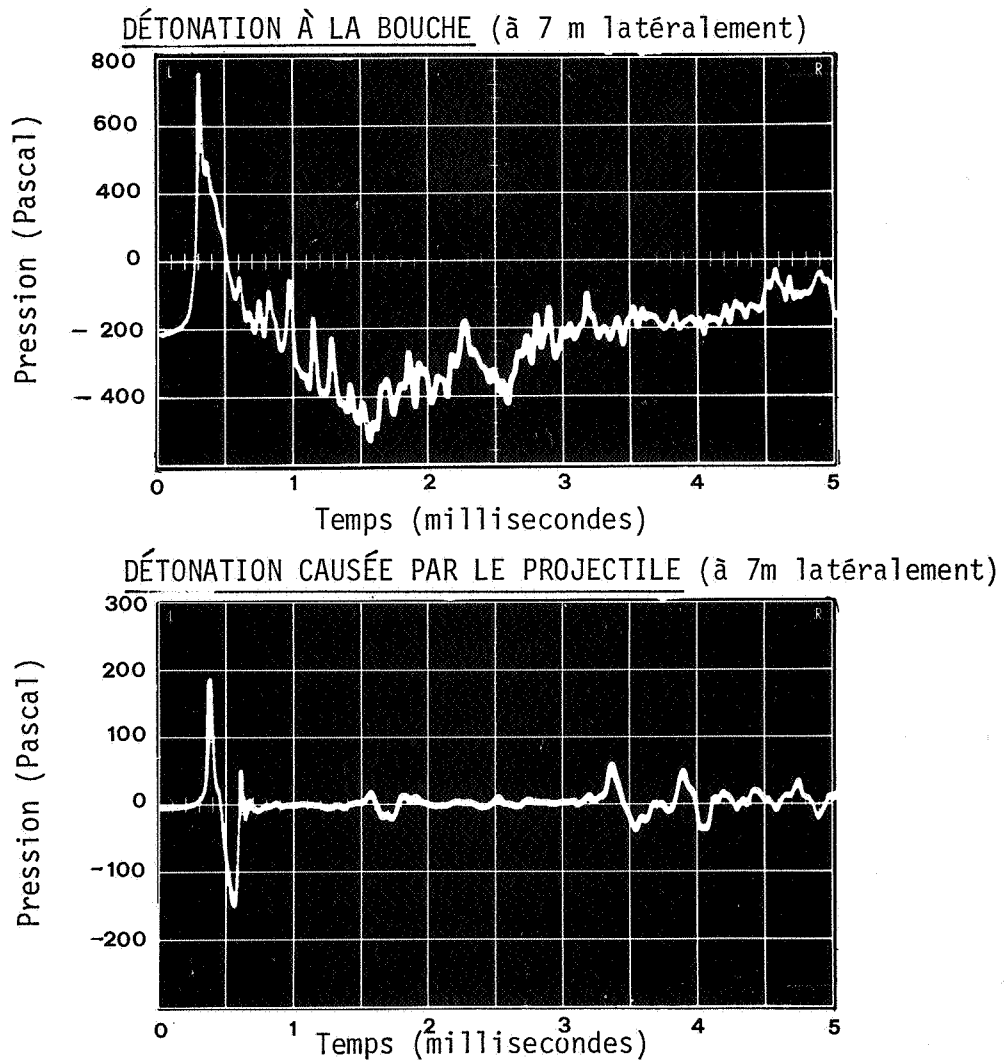


Figure 2: Evolution dans le temps de la pression (oscillogramme) engendrée par une détonation à la bouche et par la détonation causée par le projectile (balle).

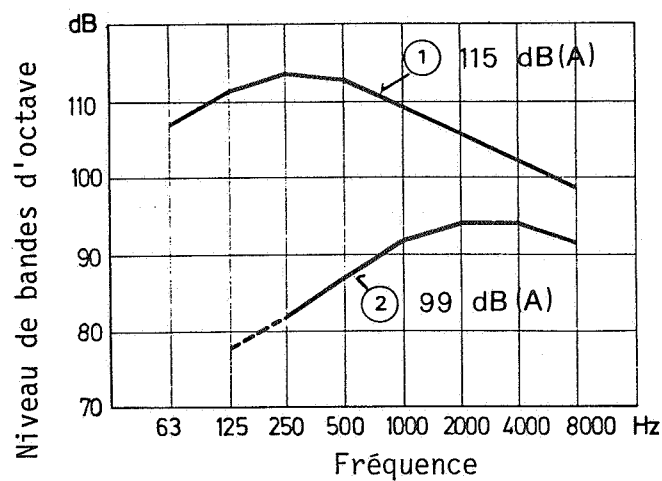


Figure 3: Composition tonique (spectre) d'une détonation à la bouche (courbe 1) et de la détonation causée par le projectile (courbe 2) d'un fusil d'assaut (distance latérale 7 m).

43 Grandeurs de mesure et instruments de mesure

Pour mesurer le bruit du tir, il importe de fixer les unités de mesure, l'évaluation en fréquence et l'évaluation de la durée. La norme internationale IEC 651¹⁾, généralement valable aujourd'hui pour tous les sonomètres, sert de base.

L'unité de mesure sera comme par le passé le niveau sonore acoustique exprimé en décibels.

L'utilisation de la courbe "A" pour l'évaluation en fréquence peut aussi indiscutablement s'appliquer au bruit du tir.

La question de l'évaluation de la durée est en revanche plus compliquée.

Il semble important que les résultats des mesures portant sur des coups de feu isolés puissent être élaborés d'une manière permettant une appréciation de l'exposition totale au bruit obtenue par la somme de tous les coups de feu. A cet effet il s'impose de passer du niveau sonore à des unités d'énergie adéquates. Dans le domaine de l'énergie, l'addition des résultats permet de réunir d'une manière relativement simple un grand nombre d'évènements sonores dus aux tirs pour la mesure de l'exposition totale au bruit.

La condition en est toutefois qu'on utilise des grandeurs de mesure qui permettent de prendre en compte les coups de feu isolés proportionnellement à l'énergie sonore déployée. Cela signifie que la constante de temps de l'instrument de mesure doit être plus grande que la durée des signaux acoustiques, qui est d'environ 5 à 100 millisecondes (ms) dans le cas du bruit du tir.

1) *International Electrotechnical Commission; Publication 651 Sound Level Meters (1979; First Edition).*

Cette exigence est remplie par la constante de temps FAST lorsque le circuit selon la norme IEC 651 est réalisé par un circuit électrique ayant une constante $\tau = 125$ ms. Comme cette norme inclut encore d'anciens sonomètres, qui utilisent l'inertie du dispositif indicateur, l'une des exigences spéciales à remplir pour la mesure du bruit des tirs est que les constantes de temps soient réalisées sur le plan électrique. Les nouveaux appareils équipés de la sorte sont aussi fréquemment munis d'un dispositif de retenue de la valeur de mesure qui facilite fortement la lecture des résultats.

La constante de temps "IMPULSE", souvent recommandée pour l'appréciation du bruit des tirs, est de 35 ms. Ainsi, on met plutôt en évidence des valeurs de pointe, sans assurer le postulat formulé ci-dessus de la prise en compte des coups de feu isolés proportionnellement à l'énergie déployée. En outre, dans le cas des instruments modernes de mesure, la valeur mesurée n'est pas plus facilement lisible qu'avec la constante de temps "FAST", étant donné que, dans les deux cas, il est possible de travailler avec un dispositif de retenue.

Il n'est donc pas nécessaire de recourir à un nouveau indice de bruit pour déterminer le bruit des tirs; cela a en particulier l'avantage qu'il est possible de continuer à utiliser les résultats des expériences faites jusqu'ici. C'est pourquoi la commission recommande de continuer à indiquer le bruit des tirs avec un niveau sonore selon la courbe de pondération "A" exprimé en unités dB(A), à utiliser la constante de temps "FAST" définie selon la norme IEC 651, et à exiger la preuve que la constante de temps soit définie de manière purement électrique pour les instruments de mesure utilisés.

Les services du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et institut de recherche pour l'industrie, le génie civil et les

arts et métiers (LFEM) élaborent actuellement des instructions techniques pour l'exécution des mesures du bruit des tirs et pour le calcul (pronostics) des immissions de bruit sur la base de plans.

5 Effets du bruit du tir hors de l'installation de tir

Les principaux effets indésirables du bruit des tirs sont les suivants:

- Atteintes portées au repos et au délassement
- Gêne de la compréhension dans les conversations
- Réactions de peur
- Atteinte portée aux activités intellectuelles à la suite de la distraction et du trouble de la concentration
- Effets perturbateurs sur le sommeil.

Le bruit des tirs exerce le plus souvent ses effets dans la zone des habitations et durant les loisirs. Comme il se produit de jour, les effets perturbateurs sur le sommeil ne jouent qu'un rôle secondaire pour les adultes.

- Bruit et santé

Un important aspect médical du bruit des tirs est le risque de lésions causées à l'appareil auditif. A vrai dire, ce n'est qu'à l'intérieur des installations de tir que l'intensité de ce bruit atteint des valeurs pouvant causer des lésions pour l'ouïe. En dehors des installations de tir proprement dites, dans la zone des habitations, le niveau sonore des bruits de tir se maintient généralement au-dessous des valeurs comportant des dangers de lésions pour l'ouïe.

Dans ces conditions, c'est aux atteintes portées au repos et au délassement durant les heures de loisirs qu'il importerait d'accorder la plus grande importance dans la lutte contre le bruit des tirs. Il faut désigner comme atteintes portées au bien-être et par conséquent à la santé, les effets qui perturbent le délassement et le repos, ceux qui causent parfois des réactions de peur et ceux qui troublent occasionnellement le sommeil des habitants.

Le passage de l'état de bien-être à la maladie se fait progressivement, sans stade de transition caractérisé. Des atteintes répétées portées au bien-être se situent au stade précédant l'état maladif. De fréquentes perturbations du bien-être, telles qu'elles se produisent en cas de forte exposition au bruit des tirs, doivent être considérées comme des atteintes à la santé.

- Réactions de peur

Des coups de feu inattendus peuvent déclencher des réactions de peur chez l'être humain. Il s'agit là d'une mise en alerte de tout l'organisme, qui s'étend aussi bien à la conscience qu'aux organes internes. Il ressort des enquêtes socio-psychologiques sur le bruit des tirs que de telles réactions de peur ne se produisent pas très fréquemment chez les personnes habitant à proximité des installations de tir. Il faut par conséquent admettre que de nombreux habitants des zones proches de ces installations se sont à ce point accoutumés au bruit des tirs que celui-ci ne provoque plus de réactions de peur en tant qu'évènement sonore inattendu. Lorsque le niveau sonore est élevé, la fréquence des réactions de peur tend il est vrai à s'accroître.

En outre, une question n'est pas résolue: les petits enfants s'habituent-ils dans la même mesure au bruit des tirs ? Dans l'état des connaissances actuelles, on ne peut

rien dire de sûr à ce sujet.

- Gêne et dérangement

Les effets précités du bruit du tir ne sont souvent pas perçus comme des atteintes isolées au bien-être, mais beaucoup plus ressenties comme une perturbation, une gêne. Ces sentiments de gêne représentent une somme de tous les effets du bruit des tirs consciemment et inconsciemment ressentis. Il est donc justifié de prendre en considération les données y relatives comme base pour la fixation de valeurs limites s'appliquant au bruit des tirs.

Les relations entre l'exposition au bruit du tir et la gêne subjectivement ressentie ont été analysés dans le cadre des enquêtes socio-psychologiques exécutées dans les environs des installations de tir d'Ostermundigen, de Kallnach et de Fleurier. Les facteurs ci-après jouent en particulier un rôle déterminant quant à la gêne et au dérangement ressentis par les sujets touchés:

- Le niveau sonore (caractérisé p. ex. par le niveau sonore du coup de feu exprimé en dB(A) FAST).
- L'intensité et la fréquence des tirs (caractérisées p. ex. par la quantité de munition tirée chaque année et par le nombre de demi-jours de tir par an).
- Le moment où les effets perturbateurs s'exercent. C'est durant les heures de loisirs, c'est-à-dire tout particulièrement durant le week-end, que le bruit est le plus gênant.

La valeur du niveau sonore moyen des coups de feu et l'intensité de l'exploitation des installations de tir peuvent - d'une manière analogue au niveau moyen L_{eq} souvent utilisé dans la lutte contre le bruit - se combiner en un indice

d'exposition au bruit LBM représentant l'énergie acoustique. Pour l'enquête, on a choisi la définition suivante:

$$LBM = \bar{L}_A + 10 \log M - 81$$

\bar{L}_A = niveau sonore moyen des coups de feu isolés en dB(A) FAST (moyenne énergétique)

M = nombre de coups tirés par an

-81 = constante pour la fixation du début de l'échelle

L'enquête visait à déterminer comment les personnes habitant à proximité des installations de tir se comportent sous l'influence du bruit et à quel point elles éprouvent de la gêne. Les réponses données permettent de déterminer un indice de gêne. Or ce qui est déterminant, c'est la relation entre l'indice de gêne¹⁾ qui ressort de l'enquête et l'indice d'exposition au bruit mesuré avec des instruments ou calculé. Cette relation donne des indications sur l'importance de la gêne à laquelle doit s'attendre une population, compte tenu des données acoustiques y relatives et des chiffres exprimant l'intensité des tirs.

Comme la valeur limite pour l'exposition au bruit doit protéger la population contre les nuisances, il importe de décider à partir de quel point on veut désigner la gêne comme importante. En mettant en valeur les résultats des enquêtes, on a, compte tenu d'une échelle de gêne avec un maximum de 8, désigné les valeurs de 6, 7 et 8 comme "forte gêne" et les valeurs de 4 et 5 comme "gêne moyenne". La figure 4 donne les résultats obtenus sous une forme expressive.

1) L'indice de gêne a été établi d'après les réponses aux questions suivantes:

A cause du bruit des tirs: passer moins de temps dans le quartier, pas vraiment se reposer, fermer les fenêtres, le plus gêné, se comprendre normalement, réveillé, avoir l'idée de partir, soutenir un groupe de travail.

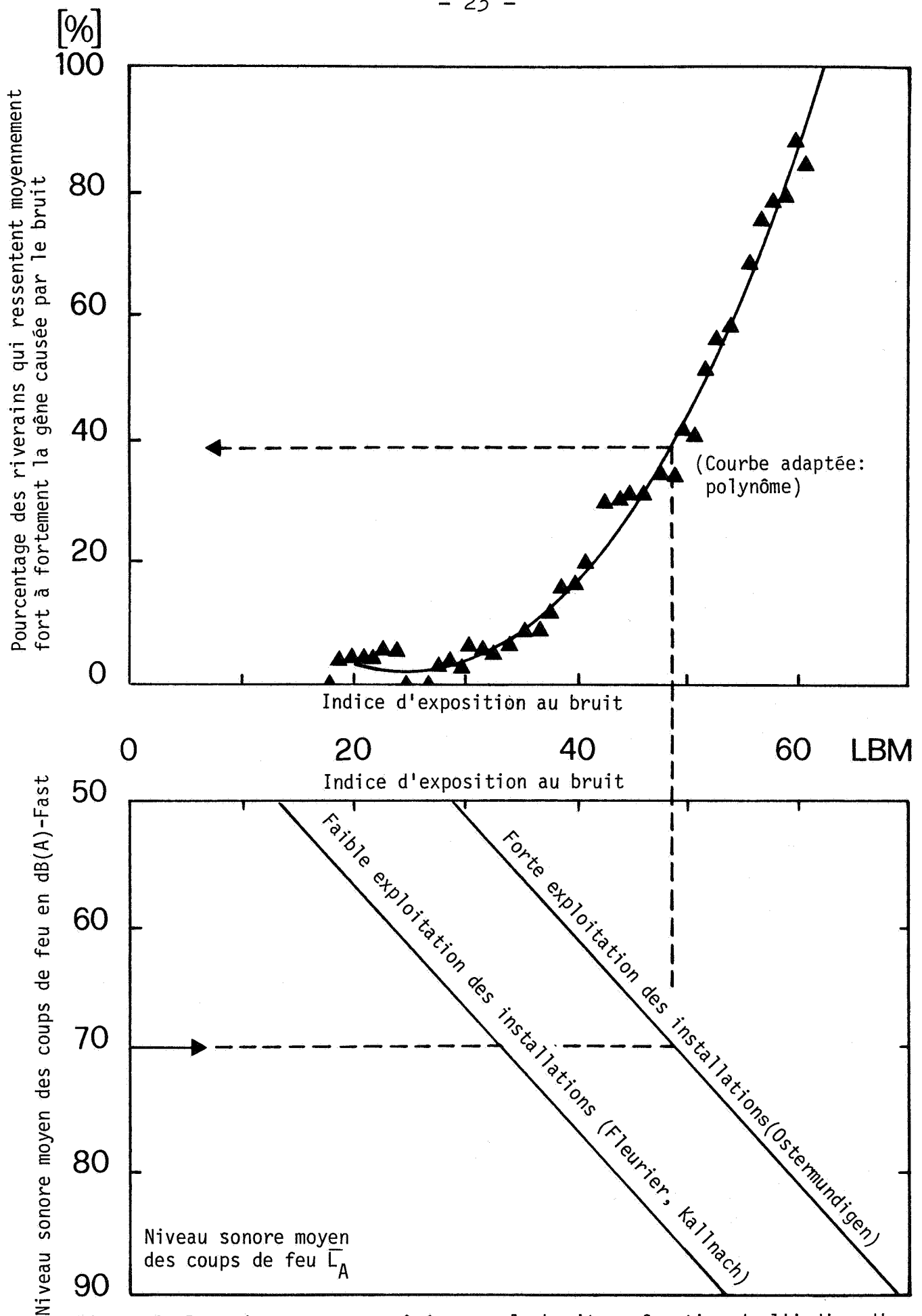


Figure 4: Part des personnes gênées par le bruit en fonction de l'indice d'exposition au bruit LBM; les valeurs LBM dépendent du niveau sonore moyen des coups de feu et de l'exploitation des installations de tir.

Il ressort des données en question que des expositions au bruit ne dépassant pas $LBM = 30$ ne causent pas une gêne appréciable. Le seuil critique se situe vers $LBM = 40$, seuil à partir duquel la probabilité d'effets gênants s'accroît fortement.

C'est ainsi qu'à Ostermundigen, où l'on a un $LBM = 49$ ou un niveau sonore moyen des coups de feu $\bar{L}_A = 70$ dB(A) FAST, environ 40 % des habitants riverains soumis à une telle exposition éprouvent une gêne moyennement forte à forte due aux tirs.

6 Valeurs limites d'exposition au bruit

61 Catégories de valeurs limites et fonctions

Au cours des travaux préparatoires exécutés en vue de l'élaboration de la loi sur la protection de l'environnement, on a mis au point un système de valeurs limites d'exposition au bruit pouvant permettre de tenir compte à la fois du besoin légitime de protection de la population et de l'indispensable souplesse qu'exige une application pratique des mesures de protection.

Ce système a déjà été commenté dans le 1er rapport partiel de la commission relatif au bruit du trafic routier. La commission est de l'avis que, pour des raisons d'ordre pratique, le même système de valeurs limites peut aussi s'appliquer au domaine du bruit causé par les tirs.

Le système comprend trois catégories de valeurs limites: outre les valeurs limites d'immissions, on a déterminé pour les compléter des valeurs auxiliaires, à savoir les valeurs d'alarme et les valeurs de planification.

Ce sont les considérations suivantes qui sont à l'origine de ce système:

Il fallait, d'une part, fixer les limites d'exposition au bruit à un niveau assez bas pour que les immissions d'un degré inférieur à ces valeurs ne soient pas ressenties comme incommodantes. D'autre part, les limites d'exposition au bruit ayant force obligatoire ne sauraient être trop sévères afin qu'elles puissent être appliquées avec succès dans la pratique. L'introduction des trois catégories de valeurs limites permet donc de trouver une solution différenciée:

- Valeurs limites d'immissions

Les valeurs limites d'immissions représentent la catégorie principale. Les immissions existantes qui dépassent cette valeur doivent être réduites dans les limites des possibilités tracées par la technique et les conditions d'exploitation (principe de la proportionnalité). Dans de tels cas, il ne suffit souvent pas d'appliquer la technique offrant les meilleures possibilités de lutter contre le bruit pour réduire suffisamment les immissions. Il importe de déterminer si l'application d'autres mesures s'impose et de les ordonner lorsque cela est opportun. En outre, on ne devrait délivrer l'autorisation de construire de nouveaux immeubles d'habitation à proximité d'installations de tir existantes causant du bruit que si les valeurs limites d'immissions ne sont pas dépassées.

Pour de nouvelles installations, ces valeurs limites sont considérées comme valeurs maximales.

- Valeurs de planification

Les valeurs de planification sont inférieures aux valeurs d'immissions. Elles servent avant tout de données auxiliai-

res lors de l'établissement de projets de nouvelles installations de tir, par exemple pour la détermination de l'emplacement et des mesures préventives de protection contre le bruit sur les côtés de l'installation. Elles servent également aux autorités locales de construction pour établir une planification et un aménagement appropriés des nouvelles zones à bâtir conformément aux exigences de la lutte contre le bruit¹⁾.

Les exigences posées aux nouvelles installations de tir doivent être fixées de telle manière que selon les possibilités les seules immissions produites par la nouvelle installation ne dépassent pas les valeurs de planification. On n'admettra de dérogations à ce principe que si le maître de l'ouvrage est en mesure de prouver que l'installation a un caractère d'intérêt public majeur et que respecter les valeurs de planification constituerait une charge disproportionnée à l'ensemble du projet. Lorsqu'il s'agit de nouvelles installations, il y a cependant lieu de satisfaire strictement dans chaque cas aux valeurs limites d'immissions.

D'autre part, on ne prévoira en principe de nouvelles zones à bâtir pour la construction d'immeubles d'habitation (ou autres bâtiments justifiant une protection contre le bruit) que dans des zones où les immissions de bruit, existantes ou présumées, ne dépassent pas les valeurs de planification.

1) Comme les zones à bâtir ont, dans la plupart des communes, déjà été délimitées en vertu de plans d'aménagement entrés en vigueur, ce dernier rôle des valeurs limites pour la planification n'a d'importance que dans la mesure où ces valeurs peuvent être appliquées dans le cadre de prescriptions spéciales s'appliquant aux constructions.

- Valeurs d'alarme

Etant donné qu'aujourd'hui, en maints endroits, les valeurs limites d'immissions sont nettement dépassées et que, souvent, ces conditions ne sauraient, sans plus, être améliorées à court terme, il importe - du moins pour certaines sortes de bruit - d'envisager encore, étant les circonstances, le recours à une troisième catégorie de valeurs.

Ces valeurs, appelées "valeurs d'alarme" en raison du niveau de bruit atteint, devraient constituer en premier lieu un critère permettant d'apprécier le degré d'urgence des assainissements indispensables. Il sera vraisemblablement nécessaire de déterminer également des valeurs d'alarme pour les installations de tir, sur la base de considérations financières. Ces valeurs ne devraient toutefois pas dépasser de plus de 10 à 15 dB(A) les valeurs limites d'immissions s'appliquant aux zones d'habitation.

Les immissions dépassant les valeurs d'alarme doivent être considérées comme extrêmes. Des mesures d'assainissement devront absolument être prises à aussi court terme que possible. Outre les mesures à adopter en matière de construction, on peut concevoir des restrictions sur le plan de l'exploitation et des mesures ressortissant à l'aménagement du territoire, de même que la modification de l'affectation des immeubles touchés par le bruit. Si de telles mesures sont insuffisantes ou disproportionnées, il y a lieu de déplacer l'installation ou d'ordonner des mesures d'isolation contre le bruit dans les bâtiments touchés.

La conception de la lutte contre le bruit et la fonction des valeurs limites d'exposition au bruit sont représentées sous forme simplifiée à la figure 6.

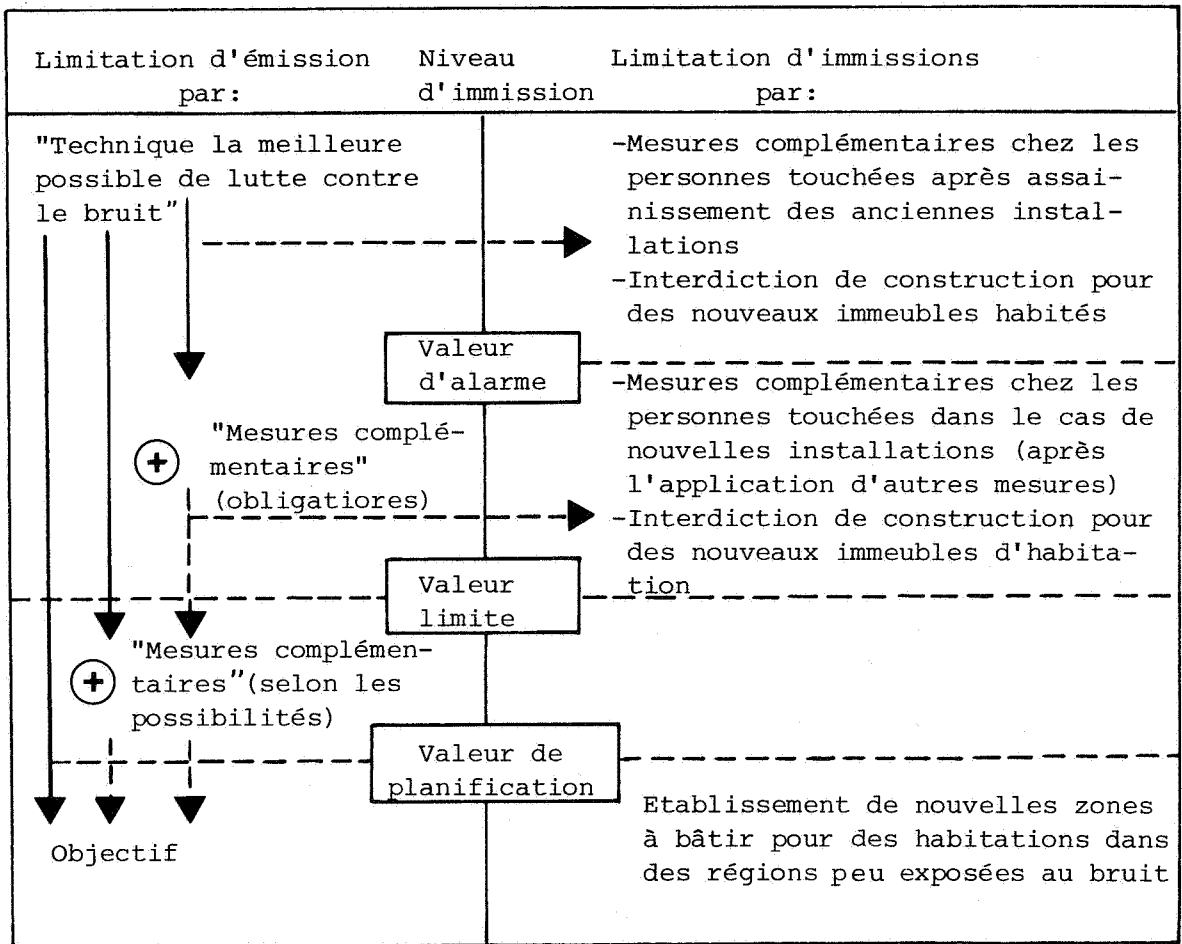


Figure 6: Conception de la lutte contre le bruit et fonction des valeurs limites d'exposition

La conception de la lutte contre le bruit et celle des valeurs limites ne servent pas seulement à empêcher la construction d'installations bruyantes ou à permettre d'en éliminer, mais aussi à assurer l'exploitation d'installations par rapport à la création de nouvelles zones à bâtir ou à l'implantation d'immeubles d'habitation.

On trouvera de plus amples détails sur l'application des trois catégories de valeurs limites dans le rapport partiel "Aménagement du territoire et protection de l'environnement"¹⁾ du

1) "Rechtliche Sicherstellung von Schiessanlagen", Bericht der Kommission Greule, Bern (Juni 1980).

Groupe d'étude "Garantie juridique pour les installations de tir".

62 Différenciation des valeurs limites d'exposition

- Prise en considération du besoin de repos et de délassement

Pour tenir compte de la diversité des conditions quant au besoin de repos et de délassement, il y a lieu de différencier les valeurs limites d'exposition au bruit pour le jour et la nuit, ainsi que selon le degré de sensibilité au bruit des bâtiments ou zones touchés compte tenu de leur affectation prédominante.

Comme il n'existe guère, semble-t-il, d'installations de tir également exploitées durant la nuit, il suffit, dans le cas de la lutte contre le bruit du tir, d'établir un schéma de valeurs limites diurnes.

La sensibilité au bruit varie également selon les diverses activités et occupations humaines. Les hôtes d'une maison de convalescence ont d'autres exigences que les personnes occupées à des travaux de bureau. A leur tour, ces personnes sont plus sensibles au bruit du tir que, par exemple, les ouvriers qui exécutent des travaux de construction ou travaillent dans l'industrie.

Pour tenir compte de ces différences, les valeurs limites d'exposition sont différenciées selon les quatre degrés de sensibilité I à IV. Il incombe aux autorités locales de classer le territoire bâti ou les maisons habitées sises en dehors de ce territoire selon les divers degrés de sensibilité. Ce classement devrait autant que possible correspondre à la délimitation des zones à bâtir. Le mode d'attribution au degré de sensibilité selon l'affectation typi-

que du territoire touché par le bruit qu'établit le schéma des valeurs limites doit en l'occurrence servir de directive pour une classification objective.

Finalement, il ne faut pas perdre de vue que le bruit du tir est ressenti comme spécialement gênant durant le week-end (dimanche) par de nombreuses personnes touchées par cette nuisance, cela pour la simple raison que, ces jours-là, la plupart des habitants désirent se reposer à la maison.

C'est pourquoi la commission recommande de réduire à un minimum les exercices de tir ayant lieu le dimanche. Pour encourager la fixation des tirs un autre jour que le dimanche, on donne plus de poids aux tirs dominicaux, en pondérant les valeurs lors du calcul de l'intensité de l'exploitation des installations (voir le chapitre suivant).

- Prise en considération de l'intensité de l'exploitation des tirs

L'intensité de l'exploitation des installations de tir peut être déterminée de plusieurs manières. Lors de l'enquête sociologique, l'indice d'exposition au bruit a été uniquement établi d'après le nombre M des cartouches tirées par année (voir la définition de LBM à la page 22). Toutefois l'expérience montre que ce n'est pas seulement le nombre des coups de feu, mais aussi dans une large mesure la fréquence des journées de tir qui déterminent le degré de gêne due au bruit: en règle générale, un petit nombre de grandes journées de tir perturbent moins les voisins que de nombreuses "petites" journées.

C'est la raison pour laquelle la commission propose de déterminer l'intensité de l'exploitation des installations de tir en recourant à une combinaison (K) du nombre des demi-

jours de tir par an (D) et de la munition tirée (M) (moyenne calculée sur plusieurs années).

Lors du calcul du nombre des demi-jours de tir par an, on procède à une pondération en multipliant par 3 les demi-jours de tir organisés le dimanche.

En se fondant sur ces deux sortes de données, on peut classer les diverses installations de tir dans l'une des 4 catégories prévues (tableau 1). La valeur limite elle-même est le niveau sonore du coup de feu isolé, valeur évidente et directement mesurable, dont la hauteur est différenciée selon la catégorie (tableau 2).

Cette façon de procéder a l'avantage d'être simple. Le nombre des demi-jours de tir se détermine aisément d'après le programme de tir de la société. En outre, comme il est plus facile d'influer sur ce nombre que sur la consommation de munition en prenant des mesures d'organisation, il a donc un plus grand poids dans la combinaison K. Cela constitue donc une incitation à concentrer les tirs sur un nombre aussi réduit que possible de demi-journées.

Pour calculer la combinaison K et procéder au classement en catégories, il y a lieu d'appliquer les règles suivantes:

$$K = 10 \cdot \log D + 3 \cdot \log M$$

$$\text{avec } D = D_w + 3 \cdot D_s$$

D = Nombre pondéré de demi-jours de tir par an

D_w = Nombre par an de demi-jours de tir durant la semaine (lundi à samedi)

D_s = Nombre de demi-jours de tir le dimanche par an

M = Nombre de cartouches tirées par an

Catégorie de l'installation de tir	K
1	≤ 29
2	29.01 - 34
3	34.01 - 39
4	> 39

63 Nouveau schéma des valeurs limites

Compte tenu de la conception de la lutte contre le bruit (chapitre 3) ainsi que des connaissances exposées dans les chapitres 4 et 5, la commission recommande d'adopter pour le bruit causé par les installations civiles de tir, les valeurs limites d'exposition au bruit figurant au tableau 2.

Les valeurs limites proposées reposent sur les résultats des enquêtes socio-psychologiques exécutées dans les environs des installations civiles de tir à 300 m d'Ostermundigen, de Kallnach et de Fleurier, ainsi que sur les constatations qu'a permis de faire l'application des valeurs limites provisoires selon le rapport Hongler.

Les problèmes que posent les places d'armes et les places d'exercice militaires se distinguent à divers égards (en particulier pas d'emplacement fixe des armes à feu, utilisation combinée de divers systèmes d'armes, tirs de nuit, etc.) de ceux qui sont posés par les installations civiles de tir. C'est pourquoi les valeurs limites s'appliquant aux installations civiles de tir ne sauraient être utilisées pour l'appréciation du bruit causé par les places d'armes militaires et les places d'exercice de combat.

Tableau 2: Valeur limites d'exposition au bruit des installations civiles de tir
[niveau sonore moyen des coups de feu en dB(A) Fast]

Classement des degrés de sensibilité I-IV selon les affectations spécifiques		Valeurs de planification				Valeurs limites d'immissions				Valeurs d'alarme			
Degré de sensibilité	Affectation spécifique des zones exposées au bruit	Catégories d'installations				Catégories d'installations				Catégories d'installations			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
I	Zones de repos spécialement désignées, où se trouvent notamment des: -établissements hospitaliers -homes hospitaliers -maisons de cure -maisons de convalescence	60	55	50	45	65	60	55	50	75	70	65	60
II	Régions où prédomine le caractère d'habitation, où se trouvent notamment des: -cabinets de consultation, bureaux, maisons d'habitation dans des régions tranquilles, en ville ou à la campagne -maisons pour personnes âgées -foyers d'enfants -maisons de vacances -écoles	70	65	60	55	75	70	65	60	90	85	80	75
III	Régions d'habitation déjà exposées au bruit, où se trouvent notamment des: -cabinets de consultation, bureaux et maisons d'habitation -exploitations artisanales avec appartements -magasins, etc.	70	65	60	55	80	75	70	65	90	85	80	75
IV	Régions industrielles avec bâtiments où des personnes séjournent de manière prolongée et où se trouvent notamment des: -logements de concierges -des bâtiments abritant des bureaux et des laboratoires	80	75	70	65	85	80	75	70	95	90	85	80

Lieu de mesure recommandé: microphone placé au milieu de la fenêtre ouverte du bâtiment en question.

Remarque: Il y a lieu d'interpréter et d'appliquer les trois catégories de valeurs limites (valeurs limites d'immissions, valeurs de planification et valeurs d'alarme) selon les principes définis sous chiffre 61. La signification des degrés de sensibilité et des catégories d'installations de tir ressort des explications données sous chiffre 62.

7 Effets pratiques des nouvelles valeurs limites

71 Comparaison avec les valeurs limites établies par la Commission Hongler

Etant donné que les indices d'exposition au bruit, à savoir le niveau sonore du coup de feu exprimé en dB(A) FAST, sont les mêmes dans le nouveau schéma des valeurs limites et dans le schéma de la Commission Hongler, il est possible de comparer directement les chiffres exprimant les valeurs limites. A vrai dire, il importe, en procédant à ces comparaisons, de tenir compte de la fonction différente des deux schémas et des modifications apportées au classement par catégories des installations de tir (les tirs exécutés le dimanche comptant désormais davantage).

En consultant cinq rapports d'expertise du Laboratoire fédéral d'essai des matériaux (LFEM)¹⁾, choisis au hasard, on constate que, dans l'ensemble, les nouvelles valeurs limites n'apportent pas de modifications sensibles à l'appréciation des installations de tir:

- Lors de l'élaboration de projets de construction de nouvelles installations, il importe de poser à peu près les mêmes exigences d'après les valeurs de planification que si l'on appliquait les valeurs limites "Hongler".
- L'appréciation du bruit des installations existantes d'après les nouvelles valeurs limites d'immissions et les valeurs d'alarme est un peu moins sévère que si l'on utilisait les valeurs limites "Hongler". Remarquons toutefois à ce sujet qu'il n'a été que rarement possible d'exiger que

1) Document de travail interne du LFEM, Dubendorf, établi à l'intention du Groupe de coordination "Sozio-psychologische Schiesslärmmuntersuchung" (8.11.79).

les valeurs limites "Hongler" soient respectées dans le cas des installations existantes donnant lieu à des critiques (voir aussi sous ch. 72).

Compte tenu des conséquences juridiques que les valeurs limites d'exposition prévues auront, il semble que le nouveau schéma des valeurs limites posera des exigences plus sévères que l'actuel.

72 Installations de tir exigeant un assainissement

D'après les données figurant sous chiffre 61, les installations de tir existantes dont les immissions de bruit dépassent la valeur limite d'immissions doivent être assainies dans le cadre des possibilités qu'offrent la technique et les exigences de l'exploitation. Les installations dont les immissions dépassent même la valeur d'alarme devront, selon la nouvelle conception, être obligatoirement l'objet de mesures auxiliaires d'amélioration.

Il est impossible, sans procéder à des enquêtes et à des mesures étendues dans toute la Suisse, de déterminer exactement le nombre des installations exigeant un assainissement. L'Office fédéral de la protection de l'environnement a fait exécuter une première estimation grossière de ce nombre en se fondant sur un échantillon de 279 installations de tir à 300 m.

En utilisant un modèle simple de propagation du bruit, on a déterminé sur la carte au 1 : 25'000 quelles sont les installations de tir dans le voisinage desquelles des zones d'habitation ou des maisons isolées sont exposées à un bruit du tir dépassant la valeur limite d'immissions ou la valeur d'alarme.

Les résultats de ces recherches ont montré que seulement 25 à

30 % environ de ces installations de tir seraient conformes aux exigences posées sur le plan de l'exposition au bruit, c'est-à-dire, 70 à 75 % des installations produisent dans les zones habitées voisines un bruit dépassant la valeur limite d'immissions. 25 à 35 % des installations sont particulièrement critiques du fait qu'elles produisent dans les zones habitées voisines un bruit dépassant la valeur d'alarme.

Etant donné que l'échantillonnage peut être considéré comme représentatif, au moins pour les catégories d'installation 1 et 2 les plus fortement représentées, ces pourcentages peuvent approximativement être admis de manière globale pour toutes les installations de tir à 300 m de la Suisse.

Dans le cas des installations produisant des immissions qui dépassent la valeur limite d'immissions, ce sont en moyenne 30 bâtiments qui sont exposés à un bruit se situant entre la valeur limite d'immissions et la valeur d'alarme; dans le cas des installations dont le bruit dépasse la valeur d'alarme, environ 5 bâtiments sont en moyenne touchés par ces nuisances.

Pour environ un tiers de toutes les installations, on constate en outre que des zones non encore bâties mais affectées à la construction se trouvent exposées à un bruit dépassant la valeur limite d'immissions.

Ces fortes proportions d'installations dont le bruit donne lieu à des critiques montrent combien peu on a jusqu'ici accordé d'attention à la protection contre le bruit pour les installations de tir ou pour la construction et la planification de bâtiments d'habitation dans leur voisinage.

Dans une partie fort appréciable des installations de tir exigeant un assainissement, il devrait être possible d'amé-

liorer la situation en prenant des dispositions adéquates sur le plan de l'organisation (p. ex. en réduisant le nombre des journées de tir le dimanche, en concentrant les tirs sur un nombre réduit de demi-jours de tir) ou en recourant à des mesures en matière de construction ou d'aménagement du territoire (p. ex. mesures de "dézonage", de changement d'affectation).

Pour le moment, il est impossible, en l'absence d'analyses détaillées de chaque cas spécifique, d'apprécier les conséquences financières qu'aura l'application des nouvelles valeurs limites.

